

Reação de cultivares e híbridos experimentais de brócolis de inflorescência única à podridão negra e desempenho agrônômico no Distrito Federal



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
200**

**Reação de cultivares e híbridos experimentais
de brócolis de inflorescência única à podridão
negra e desempenho agrônômico no
Distrito Federal**

Alice Maria Quezado-Duval

Raphael Augusto de Castro e Melo

Antonio Williams Moita

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70.275-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

da Embrapa Hortaliças

Presidente

Henrique Martins Gianvecchio Carvalho

Editora Técnica

Flávia M. V. T. Clemente

Secretária

Clidineia Inez do Nascimento

Membros

Geovani Bernardo Amaro

Lucimeire Pilon

Raphael Augusto de Castro e Melo

Carlos Alberto Lopes

Marçal Henrique Amici Jorge

Alexandre Augusto de Moraes

Giovani Olegário da Silva

Francisco Herbeth Costa dos Santos

Caroline Jácome Costa

Iriani Rodrigues Maldonade

Francisco Vilela Resende

Italo Moraes Rocha Guedes

Supervisor Editorial

George James

Normalização Bibliográfica

Antonia Veras de Souza

Tratamento de ilustrações

André L. Garcia

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

André L. Garcia

Fotos da capa

Raphael Augusto de Castro e Melo

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Quezado-Duval, Alice Maria.

Reação de cultivares e híbridos experimentais de brócolis de inflorescência única à podridão negra e desempenho agrônômico no Distrito Federal / Alice Maria Quezado-Duval, Raphael Augusto de Castro e Melo, Antônio Williams Moita. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020.

28 p. : il. color. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 200).

1. *Brassica oleracea* var. *italica* 2. Variedade resistente 3. Qualidade. I. Melo, Raphael Augusto de Castro e. II. Moita, Antônio Williams. III. Título. IV. Embrapa Hortaliças. V. Série.

CDD 635.35

Antonia Veras de Souza (CRB 1/2023)

© Embrapa, 2020

Sumário

Resumo 7

Abstract 9

Introdução..... 11

Material e Métodos 13

Resultados e Discussão 16

Conclusões..... 25

Referências 25

Reação de cultivares e híbridos experimentais de brócolis de inflorescência única à podridão negra e desempenho agrônômico no Distrito Federal

Alice Maria Quezado Duval¹

Raphael Augusto de Castro e Melo²

Antonio Williams Moita³

Resumo – O impulso que a cultura dos brócolis teve nos últimos anos demonstra que existe um grande potencial de mercado para essa hortaliça. Na medida em que novas cultivares são disponibilizadas, é necessário que sejam avaliadas quanto ao desempenho agrônômico, qualidade para mercado e suscetibilidade a doenças, como a podridão negra, nas diferentes regiões de produção. Causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc), essa doença tem destaque nos cultivos de verões quentes e chuvosos por provocar sintomas que reduzem a área foliar fotossintética das plantas, sendo um potencial fator limitante da produção. Seis cultivares híbridas de brócolis de inflorescência única e dois híbridos experimentais foram avaliadas quanto à reação para a podridão negra e quanto à aptidão para comercialização no Distrito Federal, considerando características de formato, coloração, peso da inflorescência e produtividade. Dois ensaios foram conduzidos, sendo um em casa de vegetação e o outro em campo. A ocorrência da doença foi propiciada por inoculação artificial de suspensão bacteriana. O nível de doença foi quantificado por atribuição visual de notas às folhas e às plantas, como também por incidência de folhas com sintomas, conforme o ensaio. No campo, as variáveis relacionadas ao produto, foram peso das inflorescências, produtividade comercial, diâmetros longitudinal e transversal, relação entre eles, coloração, formato e granulometria. Foram detectadas diferenças significativas em ambos os ensaios para todas as

¹ Engenheiro-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Engenheiro-agrônomo, mestre em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

³ Matemático, mestre em Estatística e Experimentação Agrônômica, pesquisador aposentado da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

variáveis de severidade, com destaque para o bom desempenho das cultivares BC1691 e Salinas. Já para as características da inflorescência, não foram detectadas diferenças entre as cultivares, com exceção da relação entre os diâmetros, com a maioria apresentando valores próximo a 1, considerado mais desejável. A cultivar Avenger foi a que apresentou o maior peso de cabeça e de produtividade, diferindo-se apenas de Salinas, mas todas as cultivares apresentaram padrões aceitáveis para a comercialização (>300 g). Desse modo, considera-se que estão disponíveis no mercado nacional cultivares promissoras para cultivos de verão nas condições do Distrito Federal.

Termos para indexação: *Brassica oleracea* var. *italica*, produtividade, resistência à doença, aspecto visual, qualidade.

Evaluation of cultivars and experimental hybrids of broccoli for black rot and agronomic performance in Distrito Federal

Abstract – Broccoli is becoming a promising crop in different regions of Brazil. As new cultivars become available in the seed market, it is essential that they be assessed with respect to its agronomic and quality aspects and its susceptibility to diseases, such as ‘black rot’ in different production regions. Caused by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* ‘black rot’ deserves attention on hot and rainy summers as the foliage area of the plants can be seriously damaged. The present bulletin reports the results of a greenhouse and a field trial where six hybrid cultivars and two experimental hybrids were evaluated. Black rot occurrence was brought about by artificial inoculation of the bacteria. The disease was assessed by using a visual severity rate on a leaf and on a plant basis, and in terms of leaf disease incidence, according to the trial. In the field, the variables were head weight, marketable yield, longitudinal and transversal diameters of the heads, the ratio between these traits, and head color, format and granulation. Differences were detected for both trials for all the variables related to disease severity, with cultivars BC1691 and Salinas showing lower severity values. No significances were observed for the head features, with exception for the diameter ratio, where most of the hybrids showed desirable ratio scores closed to 1. The cultivar Avenger showed the greater head weight and marketable yield. It was marginally different from Salinas, but all hybrids presented acceptable pattern for marketing (>300g). In conclusion, promising cultivars are available for growing at the summer season in the Distrito Federal region.

Index terms: *Brassica oleracea* var. *italica*, yield, visual aspect, disease resistance, quality.

Introdução

O impulso que a cultura dos brócolis teve nos últimos anos demonstra que existe um grande potencial de mercado para essa hortaliça. Sua importância econômica no agronegócio tem sido crescente, em razão da apreciação nos diferentes tipos de culinária, suas propriedades nutricionais e o teor de compostos relacionados à saúde (Melo et al., 2015). O mercado nacional de brócolis movimentava atualmente cerca de R\$ 1,2 bilhão apenas no varejo, com uma produção de quase 290 mil toneladas ao ano (Dados..., 2017). A excelente aceitação da hortaliça pode ser percebida no aumento de sua oferta em supermercados, tanto *in natura*, quanto congelado ou minimamente processado, e nos cardápios de restaurantes de modo geral (Dados..., 2017). No Brasil, o cultivo dos brócolis está mais concentrado nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Os brócolis do tipo ramoso encontram-se cultivados em todas essas regiões e mais recentemente no Norte do país, enquanto o de inflorescência única tem maior expressividade no Distrito Federal e nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (Schiavon, 2008; Melo et al., 2017).

A avaliação de cultivares nas diversas regiões é importante para a recomendação mais correta. Assim sendo, devem ser realizadas a partir de experimentos, em diferentes épocas de plantio, visando coletar dados precisos de seu desempenho agrônômico nesses ambientes (Melo et al., 2015). A seleção de cultivares de brócolis geneticamente superiores (Branham et al., 2017) é essencial, notadamente no que se refere à produtividade e a outras características agrônômicas relevantes como tolerância ao calor e às doenças (Trevisan et al., 2003; Seabra Junior et al., 2014; Melo et al., 2015).

Em relação às doenças, a podridão negra, causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc), tem destaque nos cultivos de verão quentes e chuvosos por provocar sintomas que reduzem área foliar fotossintética das plantas, sendo um potencial fator limitante da produção. São lesões inicialmente amareladas que se tornam necróticas geralmente nas bordas das folhas, podendo em condições de excesso de umidade e molhamento foliar ocorrer também na superfície foliar (Figura 1). Enquanto o primeiro tipo ocorre quando a infecção se dá através dos hidatódios que são aberturas naturais ao final das nervuras, o segundo quando se dá pelos estômatos ou

propiciado por danos provocados pela traça-das-crucíferas (Lopes; Quezado-Soares, 1997). A partir dos hidatódios, a bactéria pode colonizar as nervuras, que ficam escuras, daí o nome da doença: podridão negra.

Xcc é uma bactéria capaz de infectar sementes e nelas persistir por vários anos, e, a partir delas infectar também as mudas advindas (Williams, 2007). Desse modo, sua presença nessas potenciais fontes de inóculo pode desencadear, a depender das condições e época de cultivo, epidemias da doença. Outras fontes de inóculo inicial são outras espécies da família botânica Brassicaceae, como as culturas de repolho, couve-flor e couve e plantas espontâneas, como a nabiça (*Raphanus raphanistrum*), e restos culturais de plantas infectadas remanescentes no solo (Williams, 2007; Bradbury, 1986).

O emprego de cultivares agronomicamente competitivas e que tenham algum nível de resistência à podridão negra é bastante desejável para garantir ganhos econômicos por parte do produtor nos cultivos de verão. Periodicamente, várias cultivares de brócolis são disponibilizadas no mercado nacional de sementes, mas sem informação acerca dessa característica. Nesse contexto, e considerando a importância da cultura no Distrito Federal, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônomo e a reação de cultivares de brócolis de inflorescência única à podridão negra nessa unidade da federação.

Fotos: Raphael Augusto de Castro e Melo

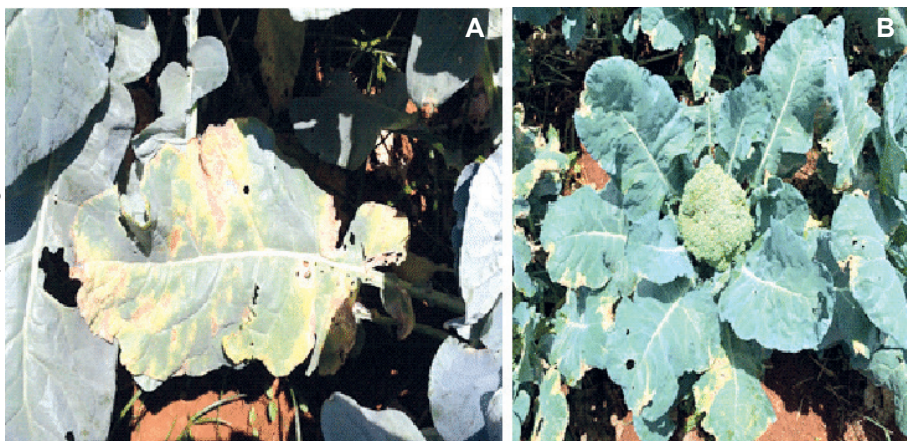


Figura 1 (A e B). Sintomas de clorose marginal e no limbo foliar (A), com sua distribuição no dossel da planta (B), resultantes da infecção por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos para a avaliação do comportamento de oito cultivares de brócolis do tipo inflorescência única em relação à podridão negra, sendo um em casa de vegetação e outro em campo. No campo avaliou-se também o desempenho agrônômico geral. Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Hortaliças, localizada à altitude de 996 metros e coordenadas geográficas de 15°56'00" de latitude Sul e 48°08'00" de longitude a Oeste. As cultivares avaliadas foram: (1) Avenger (Sakata); (2) BC1691 (Seminis); (3) Burney (Bejo); (4) BRO68 (Syngenta); (5) Imperial (Sakata); (6) Salinas (Agristar); (7) TPX00925 (Agristar) e (8) TPX20404 (Agristar). Em ambos, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. As sementes foram submetidas a um tratamento térmico (banho-maria a 52° C por 30 minutos) e secas por um ventilador por cerca de 1 h à temperatura ambiente, visando garantir a sanidade inicial do insumo em relação ao patógeno alvo do estudo (Lopes; Quezado-Soares, 1997).

Ensaio em casa de vegetação.

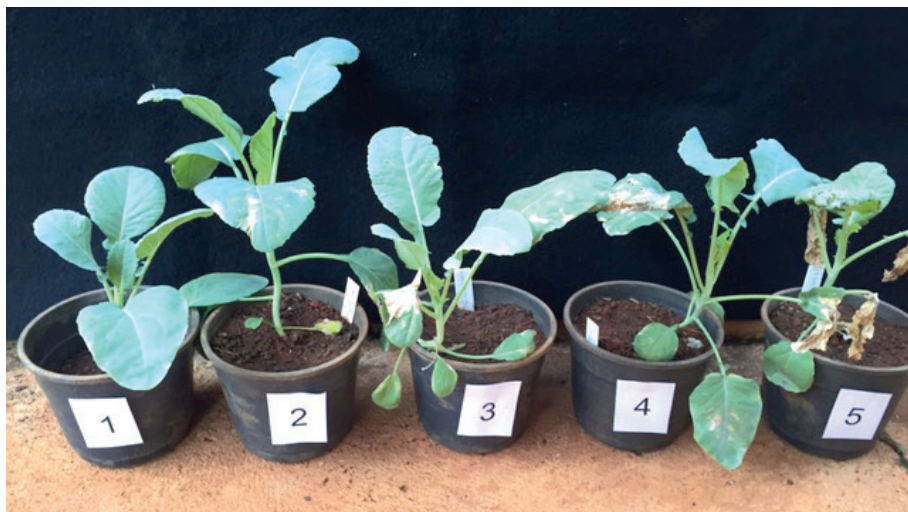
A semeadura foi realizada em 28 de março de 2018. A parcela foi composta de cinco plantas (uma planta/vaso de 0,5L). A semeadura foi realizada em substrato (volume de 18 mL/célula) e as mudas plantadas nos vasos aos 26 dias após a semeadura (DAS). Para a inoculação utilizou-se o isolado de Xcc B-2015-51 da coleção de trabalho da Embrapa Hortaliças. As plantas foram inoculadas no estágio 3-4 folhas verdadeiras, 12 dias após o plantio (DAP), com uma suspensão bacteriana na concentração aproximada de 5×10^8 ufc mL⁻¹ em tampão de MgSO₄, calibrada em espectrofotômetro ($A_{600nm}=0,3$), onde adicionou-se surfactante Tween 20 a aproximadamente 0,005% (v/v). Após a inoculação, que foi feita borrifando-se as folhas com a suspensão até o ponto de escorrimento por meio de um pulverizador manual de plástico, as plantas foram submetidas a um regime de nebulização intermitente por cerca de 48 horas. A severidade foi avaliada nove dias após a inoculação (DAI), atribuindo-se notas (0 a 8) para a folha aparentemente mais atacada (NSF) por planta com o auxílio de uma escala diagramática (Nuñez et al., 2017) e para a planta (notas de 1 a 5, NSP), com auxílio da escala de imagens com severidade crescente da doença (Figura 2). Os dados da variável notas de severidade, por serem ordinais (categóricos), foram analisados de acordo

com duas metodologias: 1. A metodologia não paramétrica ATS (ANOVA Type Statistics) proposta por Akritas e Brunner (1997) e implementada por Brunner et al. (2002). Conforme descrito em Oliveira et al. (2019), na análise dos dados, utilizou-se o procedimento PROC MIXED do programa computacional SAS, v.9,4 (SAS Institute, Cary, N.C., USA) proposto por Brunner et al., 2002; Shah; Madden, 2004) com a opção ANOVA, para obtenção da estimativa do efeito relativo dos tratamentos. Os Efeitos Relativos de Tratamentos (ERT) e o rank médio foram estimados pela macro LD_CI obtidas no website do Professor Edgard Brunner da Universidade de Gottingam (<<http://www.ams.med.uni-goettingen.de/de/sof/ld/makros.html>>). O cálculo do intervalo de confiança (IC) dos ERT estimados, que é usado para avaliar a separação dos tratamentos, foi feito por meio de macros SAS desenvolvidas por Brunner et al. (2002), por meio do cálculo de índices de severidade de acordo com a seguinte fórmula de acordo com McKinney (1923):

$$IS = \frac{\Sigma(\text{Número de plantas X respectiva Nota}) \times 100}{\text{Total de plantas X nota máxima}}$$

Nesse caso, os valores resultantes compuseram as variáveis índice de severidade por folha (ISF) e índice de severidade por planta (ISP) e foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5%, utilizando o mesmo programa computacional.

Foto: A.M. Quezado-Duval



Ensaio em campo.

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) (Santos, 2013). Os resultados das análises químicas das amostras retiradas da profundidade de 0-20 cm estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise de solo da área experimental - 2018. (Brasília-DF, Brasil.).

pH	MO	P*	K*	Na*	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H + Al ³⁺	Al ³⁺
	g dm ⁻³	-----	mg dm ⁻³	-----	-----	cmolc dm ⁻³	-----	-----
5,2	25,5	23,4	294	20	2,3	0,7	8,4	0,2

*Mehlich 1.

Para a correção e adubação foram utilizados 5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 90%, 350 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 160 kg ha⁻¹ de K₂O e 240 kg ha⁻¹ de N. O N foi parcelado em quatro vezes durante o ciclo da cultura (60 kg ha⁻¹ no plantio, 60 kg ha⁻¹ após o estabelecimento das mudas, 60 kg ha⁻¹ vinte dias após e kg ha⁻¹ no início da formação da inflorescência). A irrigação foi realizada por aspersão, com uma rega diária utilizando uma lâmina de 12 mm durante uma hora (Marouelli et al., 2017). As demais práticas culturais e o controle fitossanitário foram realizados de acordo com o recomendado para a cultura (Melo et al., 2015).

A semeadura foi realizada em 27 de fevereiro de 2018, com o plantio de mudas aos 28 DAS. As mudas foram produzidas como descrito para o ensaio de casa de vegetação. O espaçamento utilizado foi de 0,8 m entre linhas e 0,4 m entre plantas. A parcela constou de três linhas de cinco plantas, sendo a linha central a parcela útil e as externas, bordaduras. As plantas foram inoculadas aos 41 DAP com uma suspensão bacteriana preparada como acima, mas na concentração de aproximadamente 10⁷ UFC mL⁻¹ (A600nm = 0,3; diluída 1:10). Para a aplicação do inóculo utilizou-se um pulverizador costal, à pressão constante (mantida por CO₂) 2,8 kgf cm², munido de barra com dois bicos de jato plano TTI 110015, espaçados de 0,7 m, com consumo de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. As folhas foram molhadas até o ponto de escoamento. Durante o período do experimento em campo, os dados meteorológicos registrados foram coletados em estação próxima ao local do experimento, apresentado pelas médias mensais (Tabela 2).

Tabela 2. Médias de precipitação, temperatura e umidade - 2018. (Brasília-DF, Brasil.).

Mês	Precipitação (mm)	Temperatura (C°)		Umidade (%)	
		Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
Fevereiro	99	23,1	21,6	78,9	72
Março	281,8	23,4	21,8	80,3	72,7
Abril	74,8	22,1	20,7	78,7	71,9
Mai	21,4	21,2	19,4	69,7	62
Junho	0	21,7	19,7	67,4	58,9

As colheitas foram realizadas de 28 de maio de 2018 (21 DAI) a 15 de junho de 2018 (39 DAI). Nessa ocasião avaliou-se, além das variáveis de produção, a severidade da doença. As variáveis relacionadas ao nível de doença foram a NSF, analisada por meio da estatística não paramétrica ATS e pelo ISF, como no ensaio de casa de vegetação, e a incidência (INC) em porcentagem de folhas com sintomas da doença. Já as variáveis de produção avaliadas foram: (1) peso das inflorescências em gramas (PIF); (2) produtividade comercial em t ha⁻¹ (PDT); (3) diâmetro (DIF) com a média de medidas em cm feitas em sentidos opostos (longitudinal e transversal) no topo das inflorescências; (4) relação entre os diâmetros - *ratio* (RLD) obtida a partir das medidas opostas, onde quanto mais próximo o valor de 1, mais circular é a inflorescência; (5) coloração (COR) e (6) formato (FOR) e (7) granulometria (GRA) de acordo com a escala estabelecida por Farnham et al. (2011) com escores de 1 a 5. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico Speed Stat ao nível de significância de 5% (Carvalho; Mendes, 2017).

Resultados e Discussão

Severidade da podridão negra em casa de vegetação

Pela estatística não paramétrica ATS foram significativas as diferenças apresentadas pelas cultivares tanto quanto à severidade por folha (NSF) como por planta (NSP) ($p=0,0002$ e $p<0,0001$, respectivamente). Os valores estimados dos Efeitos Relativos de Tratamento (ERT) variaram de 0,17 a 0,81 para a variável NSF e de 0,17 a 0,87 para a variável NSP (Tabela 3), o

que indica uma variabilidade entre as cultivares em relação à severidade da doença. Para ambas as variáveis, a cultivar BC 1691 apresentou o menor valor da estimativa do ERT (\hat{p}_i) e, portanto, um maior nível de resistência. Em relação ao Intervalo de Confiança (IC), as amplitudes variaram de 0,11 a 0,26 ('BC1691') a 0,22 a 0,66 ('Burney') para NSF e de 0,12 a 0,24 ('BC1691' e 'Salinas') a 0,50 a 0,84 (BRO68 e 'Imperial') para NSP. A ocorrência de grandes amplitudes dificulta a distinção entre os materiais e pode estar relacionada a escapes ou à menor uniformidade intrínseca do genótipo em relação à característica de resistência à podridão negra. Diferentes níveis de amplitude de IC também foram observados por Melo et al., (2018) entre cultivares de brócolis ramoso avaliadas para a podridão negra. Assim, pode-se atestar distinção apenas entre as cultivares com respostas mais contrastantes. Desse modo, a cultivar BC1691, por não apresentar sobreposição do Intervalo de Confiança (IC), diferiu-se das cultivares Avenger, BRO68, Imperial e do híbrido experimental TPX20404 (Tabela 3) e, portanto, apresentando-se mais suscetíveis. No entanto, não foi possível atestar diferença entre 'BC1691' e 'Salinas' e o híbrido experimental TPX00925, todos com os menores valores de mediana (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativa do Efeito Relativo de Tratamento (\hat{p}_i) e Intervalos de Confiança (IC) para ERT relativos às variáveis Notas de Severidade da Doença na folha mais atacada (NSF) e Nota considerando a Planta (NSP). Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Cultivares ¹	NSF				NSP			
	MED	\hat{p}_i	IC (95%)		MED	\hat{p}_i	IC (95%)	
			Inferior	Superior			Inferior	Superior
Avenger	3	0,51	0,38	0,64	2	0,60	0,42	0,76
BC1691	2	0,17	0,11	0,26	1	0,17	0,12	0,24
BRO68	6	0,77	0,54	0,88	3	0,71	0,50	0,84
Burney	3	0,42	0,22	0,66	2	0,39	0,23	0,59
Imperial	6	0,81	0,64	0,89	3	0,71	0,50	0,84
Salinas	2	0,26	0,15	0,44	1	0,17	0,12	0,24
TPX00925	2	0,26	0,15	0,44	2	0,39	0,23	0,59
TPX20404	6	0,81	0,64	0,89	3	0,87	0,73	0,92

Avenger (Sakata), BC1691 (Seminis), BRO68 (Syngenta), Burney (Bejo), Imperial (Sakata) e Salinas (Agrimstar) são híbridos comerciais; TPX00925 e TPX20404 são híbridos experimentais (Agrimstar).

De acordo com a análise dos índices de severidade, ISF e ISP, também foram significativas as diferenças entre os cultivares ($p=0,001$ e $p=0,0004$, respectivamente). Para ambas variáveis, 'BC1691' e 'Salinas', com menores valores, diferiram-se do híbrido experimental TPX20404 e das cultivares BRO68 e Imperial (Tabela 4).

Tabela 4. Índices de severidade na folha mais atacada por planta (ISF) e por planta (ISP), de acordo com escalas de notas. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Cultivares ¹	ISF (%) ²	ISP (%) ²
Avenger	45,0 a	41,3 abc
BC1691	24,2 c	24,0 c
BRO68	65,0 ab	53,3 ab
Burney	43,3 abc	38,7 bc
Imperial	68,3 a	48,0 ab
Salinas	28,3 c	22,7 c
TPX00925	30,0 a	37,3 bc
TPX20404	70,0 bc	62,7 a
C.V.(%)	26,2	19,7

¹Avenger (Sakata), BC1691 (Seminis), BRO68 (Syngenta), Burney (Bejo), Imperial (Sakata) e Salinas (Agristar) são híbridos comerciais; TPX00925 e TPX20404 são híbridos experimentais (Agristar). ² Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Severidade da podridão negra em campo

Pela estatística não paramétrica ATS foram significativas as diferenças de severidade por folha (NSF) apresentada pelas cultivares ($p=0,0067$). Os valores da estimativa dos Efeitos Relativos de Tratamento (\hat{P}_i) variaram de 0,10 a 0,89 (Tabela 5). A cultivar BC1691 apresentou o menor valor de \hat{P}_i e, portanto, um maior nível de resistência. As amplitudes do IC e, consequentemente as sobreposições desse parâmetro, foram ainda maiores e também mais abrangentes entre as cultivares, em relação aos valores obtidos para as variáveis tomadas no ensaio de casa de vegetação. Assim, foi possível distinguir apenas os extremos de resposta, com 'BC1691', por não apresentar sobreposição do IC, diferindo-se das cultivares Imperial e BRO68 e do híbrido experimental TPX00925. Esses híbridos, juntamente

com o Avenger, tiveram valores de \hat{p}_i superiores e, portanto, apresentaram-se como mais suscetíveis (Tabela 5).

Tabela 5. Estimativa do Efeito Relativo de Tratamento (ERT) e Limites de Confiança (LC) para ERT relativo às variáveis Notas de Severidade da Doença na folha mais atacada (NSF) e Nota considerando a Planta (NSP). Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Cultivares ¹	MED	\hat{p}_i	LC (95%)	
			Inferior	Superior
Avenger	6,00	0,61	0,30	0,83
BC1691	3,50	0,16	0,10	0,31
BR068	4,75	0,61	0,43	0,75
Burney	5,75	0,36	0,15	0,67
Imperial	6,00	0,68	0,51	0,81
Salinas	4,38	0,38	0,14	0,72
TPX00925	6,63	0,76	0,45	0,89
TPX20404	5,38	0,46	0,29	0,63

¹Avenger (Sakata), BC1691 (Seminis), BR068 (Syngenta), Burney (Bejo), Imperial (Sakata) e Salinas (Agrimstar) são híbridos comerciais; TPX00925 e TPX20404 são híbridos experimentais (Agrimstar).

De acordo com a análise dos índices de severidade na folha aparentemente mais atacada (ISF) e da Incidência de folhas com sintomas (INC) também foram significativas às diferenças entre os cultivares ($p=0,0005$ e $p<0,0001$, respectivamente). No entanto, os agrupamentos foram um pouco distintos conforme a variável. Para ISF, 'BC1691', com o menor valor, se diferenciou das cultivares 'BR068' e Imperial e do híbrido 'TPX00925', que apresentaram os maiores valores. Já para INC, 'Avenger', 'Salinas' e 'BC1691', se diferenciaram de 'BR068' e dos dois híbridos experimentais (Tabela 6). Sobretudo em campo, a avaliação do nível de severidade das doenças foliares, como as causadas pelo gênero *Xanthomonas*, é uma tarefa complexa, e um tanto subjetiva quando se baseia em uma estimativa visual, mesmo com o emprego de escalas diagramáticas. No presente trabalho, foram utilizadas duas variáveis para quantificar o nível de doença apresentada pelas cultivares em campo, sendo uma utilizando essa metodologia, com base na folha mais atacada por planta, e outra a incidência, com base em porcentagem de folhas com sintomas por plantas. No entanto, nesse caso, não foi considerada a severidade da doença por folha, o que pode ter levado

a uma superestimação do nível de doença já que mesmo folhas com lesões menores eram contabilizadas. Acredita-se que uma escala de notas que abranja esses dois dados, severidade e incidência, como a utilizada por Silva et al., (2015) para couve-flor, possa resultar em uma melhor constância da resposta dos cultivares para a doença, entre as avaliações de campo e de casa de vegetação. Outro fator que pode afetar o comportamento das cultivares nos dois ambientes e, estágios de desenvolvimento, é a arquitetura da planta relacionada à inclinação das folhas. Acredita-se que em campo, haverá menor ou maior acúmulo de água sobre a superfície das folhas, que favorece as doenças bacterianas foliares em geral, de acordo com essa característica intrínseca de cada genótipo. No entanto, em relação ao grupo analisado não foi observada grandes diferenças.

Tabela 6. Índices de severidade na folha mais atacada por planta (ISF), de acordo com escalas de notas, e Incidência de folhas com sintomas (INC). Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Cultivares ¹	ISF (%) ²	INC (%) ²
Avenger	48,6 abc	27,3 c
BC1691	36,8 c	30,3 c
BRO68	59,8 ab	52,7 a
Burney	42,6 bc	35,4 bc
Imperial	57,4 ab	35,9 bc
Salinas	44,4 bc	28,7 c
TPX00925	63,5 a	59,3 a
TPX20404	53,5 abc	49,4 a
C.V.(%)	14,7	17,7

¹Avenger (Sakata), BC1691 (Seminis), BRO68 (Syngenta), Burney (Bejo), Imperial (Sakata) e Salinas (Agristar) são híbridos comerciais; TPX00925 e TPX20404 são híbridos experimentais (Agristar). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando-se os resultados obtidos para os ensaios de casa de vegetação e de campo, as cultivares que apresentaram maior estabilidade no melhor desempenho em relação à podridão negra foram BC1691 e Salinas. No entanto, não foram encontradas informações quanto a essa característica em relação aos híbridos supramencionados, nos catálogos das empresas detentoras ou na literatura.

Características da inflorescência

As médias de temperatura, umidade e precipitação estão dentro do recomendado para o cultivo nesse período na região e na faixa adequada para o desenvolvimento dos brócolis sem danos a inflorescência por altas temperaturas – acima de 25°C (Melo et al., 2015). Para as cultivares avaliadas, em relação aos dados relacionados ao produto, não houve significância (NS) para as variáveis DIF, COR, FOR e GRA, não diferindo entre si. Os respectivos valores médios dessas variáveis são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Cor (COR), formato (FOR), granulometria (GRA) e diâmetro de inflorescências (DIF) de cultivares e híbridos experimentais de brócolis - 2018. (Brasília-DF, Brasil.).

Cultivares ¹	COR	FOR	GRA	DIF
Avenger	3,00	3,00	3,50	14,86
BC1691	3,00	3,00	3,00	15,79
Burney	2,88	3,13	3,50	16,45
BRO68	3,00	3,00	3,25	15,87
Imperial	3,00	3,50	4,13	15,80
Salinas	3,25	3,00	2,75	13,87
TPX00925	2,63	2,50	2,38	16,93
TPX20404	2,75	3,00	3,00	15,10
C.V.(%)	10,34	14,54	21,31	9,75

¹Avenger (Sakata), BC1691 (Seminis), BR068 (Syngenta), Burney (Bejo), Imperial (Sakata) e Salinas (Agristar) são híbridos comerciais; TPX00925 e TPX20404 são híbridos experimentais (Agristar).

Todas as inflorescências foram enquadradas (médias) na coloração 3 (Figura 3). As cores verdes são difíceis de exibir e imprimir com precisão quando impressas em baixa resolução, especialmente para uso em campo. Para a avaliação nessas condições, o uso de impressoras de alta resolução ou cartões de tinta com cores mais precisas é recomendado.



Figura 3. Escala de colorações de inflorescências. Fonte: Farnham et al. (2011).

O aspecto visual é uma importante característica a ser avaliada em plantas de brócolis, visto que a junção de características a ele atreladas definem a qualidade comercial das cultivares e sua aceitação pelos consumidores. As médias de diâmetro desse trabalho estão dentro do padrão considerado mediano, semelhantes aos relatados por Lalla et al. (2010) nas cultivares AF649 (16,6 cm) e Legacy (15,2 cm) e, Schiavon Júnior (2008), com a cultivar Mônaco (17,2 cm). Maiores valores foram encontrados por Seabra Júnior et al. (2014) com a cultivar Yahto (22 cm) e BRO68 (21,4 cm). Porém esse mesmo autor afirma que para o comprimento, maior média não significa melhor qualidade, estando as notas aqui obtidas dentro do formato 3 (Figura 4).

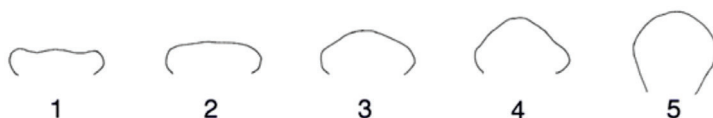


Figura 4. Escala de formato de inflorescências. Fonte: Farnham et al. (2011).

A granulometria (compacidade), com notas próximas a 3, mostra a boa conformação dos botões florais, considerados de valor intermediário. Esse fato pode ser explicado, em parte, pela necessidade de obtenção de híbridos com tolerância ao calor. Em alguns programas de melhoramento, cruzamentos com plantas de uma couve chinesa denominada Kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) são realizados com esse objetivo (Yang et al., 1998). O Kailan caracteriza-se por apresentar botões florais maiores e mais frouxos que os brócolis de inflorescência única, podendo seus descendentes herdar essa característica. Outra possibilidade é que os genitores dos cruzamentos sejam cultivares antigas e de granulometria maior como Green Comet utilizado para introgressão de genes de tolerância ao calor por Farnham e Bjökman (2001).

Na relação entre os diâmetros mensurados (*ratio*), as cultivares BC1691, BRO68, e TPX20404 obtiveram médias próximas a 1, não diferindo estatisticamente das demais, com exceção do genótipo TPX00925 (Figura 5). Essa característica complementa o parâmetro de avaliação do diâmetro, pois inflorescências mais circulares possuem melhor aspecto visual e podem vir a ser preferidas pelo consumidor.

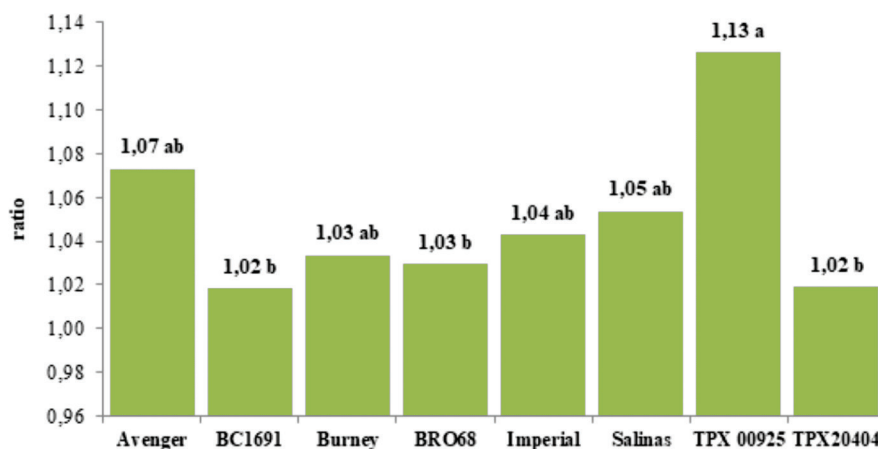


Figura 5. Relação entre diâmetros (*ratio*) de cultivares e híbridos experimentais¹ de brócolis. 2018. (Brasília-DF, Brasil.) – C.V. (%) = 3,85. ¹Avenger (Sakata), BC1691 (Seminis), BRO68 (Syngenta), Burney (Bejo), Imperial (Sakata) e Salinas (Agristar) são híbridos comerciais; TPX00925 e TPX20404 são híbridos experimentais (Agristar). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Características de produção

Para o peso das inflorescências, a cultivar Avenger obteve a maior média (586,74 g), não diferindo estatisticamente das demais, com exceção da cultivar Salinas (328,93 g) (Figura 6). Valores iguais ou acima de 300 g são considerados aptos à comercialização *in natura* ou em bandejas na região do DF.

Com relação à produtividade, a cultivar Avenger obteve a maior média (18,3 t ha⁻¹), da mesma forma não diferindo das demais, com exceção de Salinas (10,279 t ha⁻¹) (Figura 7). As produtividades deste estudo foram superiores às obtidas por Melo e Giordano (1995) no mesmo local em Brasília-DF, com valores entre 9,4 e 13,0 t ha⁻¹; por Lyra Filho et al. (1997) em Pernambuco, entre 6,4 e 8,8 t ha⁻¹; por Trevisan et al. (2003) em Santa Maria-RS, com 10,1 a 12,8 t/ha; por Diniz et al. (2008) em Viçosa-MG, com 12,5 t ha⁻¹ por Lalla et al. (2010) em Campo Grande-MS, entre 3,0 e 17,1 t ha⁻¹ e por Melo et al. (2010) no mesmo local em Brasília-DF com produtividades entre 4,9 e 13,2

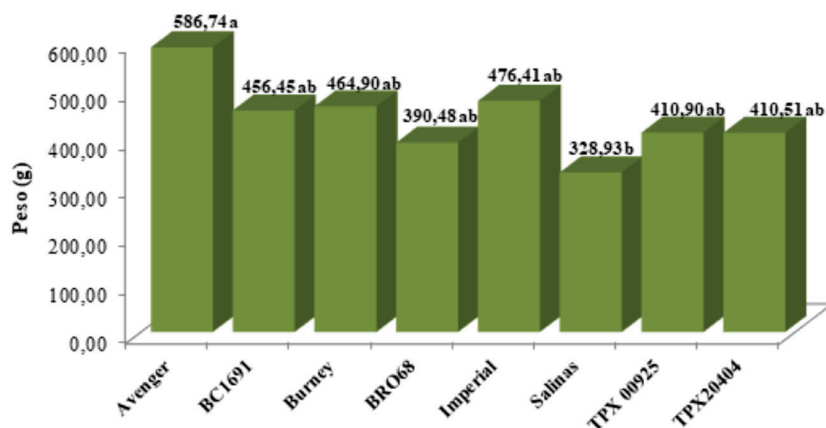


Figura 6. Peso de inflorescências (g) de cultivares¹ de brócolis. 2018. (Brasília-DF, Brasil.) – CV (%) = 21,63. ¹Avenger (Sakata), BC1691 (Seminis), BRO68 (Syngenta), Burney (Bejo), Imperial (Sakata) e Salinas (Agristar) são híbridos comerciais; TPX00925 e TPX20404 são híbridos experimentais (Agristar). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

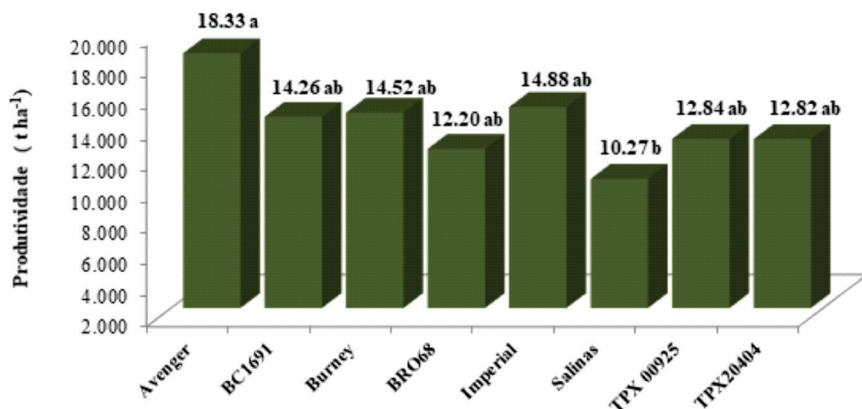


Figura 7. Produtividade comercial (t ha⁻¹) de cultivares¹ de brócolis. 2018. (Brasília-DF, Brasil.) – CV (%) = 21,63. ¹Avenger (Sakata), BC1691 (Seminis), BRO68 (Syngenta), Burney (Bejo), Imperial (Sakata) e Salinas (Agristar) são híbridos comerciais; TPX00925 e TPX20404 são híbridos experimentais (Agristar). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

t ha⁻¹. No entanto, são menores que as obtidas por Vargas et al. (2006) em Jaboticabal-SP entre 21,1 e 25,7 t ha⁻¹ e por Seabra Junior et al. (2014) em Cáceres-MT com produtividades entre 4,6 t ha⁻¹ e 29,6 t ha⁻¹. Esses valores estão dentro do esperado para a cultura que variam de 7 t ha⁻¹ a 22 t ha⁻¹ (Melo et al., 2015). Porém, nem sempre os resultados de produtividade estão atrelados a aspectos de qualidade das inflorescências, sendo apenas um valor numérico, devendo ser considerados os demais aspectos relacionados ao seu aspecto visual.

Conclusão

- a) Cultivares de brócolis de inflorescência única disponíveis no mercado nacional apresentam níveis distintos de suscetibilidade à podridão negra;
- b) As cultivares BC1691 e Salinas merecem destaque pela estabilidade dos índices de severidade da doença;
- c) As cultivares avaliadas apresentam peso e aspecto visual das inflorescências que atendem ao padrão de comercialização observado no Distrito Federal
- d) Essas também demonstram boa capacidade produtiva para os cultivos de verão-outono na região.

Agradecimentos

Este Boletim foi preparado no âmbito do projeto 193.001.317/2016/Edital 3/2016 da Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal - FAPDF, à qual os autores agradecem. Agradecimentos são também devidos: ao técnico de pesquisa Frederico Lopes da Costa e aos assistentes Luana Costa, Wagner Ribeiro e Arnaud M. Araújo da Embrapa Hortaliças pelo auxílio na condução dos ensaios; às empresas Agristar e Syngenta, pelo fornecimento de sementes para a condução dos ensaios.

Referências

- AKRITAS, M. G.; BRUNNER, E. A unified approach to rank tests for mixed models. **Journal of Statistical Planning and Inference**, v. 61, n. 2, p. 249-277, 1997. DOI: 10.1016/s0378-3758(96)00177-2
- BRADBURY, J. F. **Guide to plant pathogenic bacteria**. London: CAB International Mycological Institute, 1986, 332 p.
- BRANHAM, S.; STANSELL, Z. J.; COUILLARD, D. M.; FARNHAM, M. W. Quantitative trait loci mapping of heat tolerance in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) using genotyping-by-sequencing. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 130, n. 3, p. 529-538, 2017. DOI: 10.1007/s00122-016-2832-x
- BRUNNER, E.; DOMHOF, W.; LANGER, R. **Nonparametric analysis of longitudinal data in factorial experiments**. New York: John Wiley & Sons, 2002. 261 p.
- CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q. Speed stat: a minimalist and intuitive spreadsheet program for classical experimental statistics. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 62.; SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 17. 2017. Lavras. Desafios recorrentes da estatística aplicada: a informação em tempos de big data. **Anais...** Lavras: ESAL, 2017. 333 p.
- DINIZ, E. R.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S. S.; PETERNELLI, L. A.; BARRELLA, T. P.; FREITAS, G. B. Crescimento e produção de brócolis em sistema orgânico em função de doses de composto. **Ciência Agrotecnica**, v. 32, n. 5, p. 1428-1434, 2008. DOI: 10.1590/S1413-70542008000500011
- FARNHAM, M.; BJÖRKMAN, T.; COULLIARD, D.; SHAIL, J. W.; STANSELL, Z.; MORRIS, W.; HAMILTON, A.; DAVIS, J.; POWELL SMITH, J.; HUTTON, M.; GRIFFITHS, P. D. **Broccoli Evaluation scale**. 2011. Disponível em: < <https://archive.org/details/ScoringChart> >. Acesso em: 20 de jun. 2018.
- LALLA, J. G.; LAURA, V. A.; RODRIGUES A. P. D. C.; SEABRA JÚNIOR S.; SILVEIRA, D. S.; ZAGO, V. H.; DORNAS, M. F. Competição de cultivares de brócolos tipo cabeça única em Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 360-363, 2010. DOI: 10.1590/S0102-05362010000300020
- LOPES, C. A.; QUEZADO-SOARES, A. M. **Doenças bacterianas das hortaliças**: diagnose e controle. Brasília, DF: EMBRAPA-CNPq; EMBRAPA-SPI, 1997. 70 p.
- LYRA FILHO, H. P.; MARANHÃO, E. H. A.; MARANHÃO, E. A. A.; RODRIGUES, V. J. L. B. Competição de cultivares e híbridos de couve-brócolos (*Brassica oleracea* var. *italica*) na Zona da Mata do Estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 37. Resumos... Manaus: SOB, 1997. (CD-ROM).
- McKINNEY, H. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, v. 26, n. 5, p. 195-217, 1923.
- MELO, P. E.; GIORDANO, L. B. Características agrônômicas e para processamento de híbridos comerciais e experimentais de couve-brócolos de cabeça única. **Horticultura Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 95, maio 1995. Resumo 171.

MELO, R. A. de C.; MADEIRA, N. R.; PEIXOTO, J. R. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 23-28, jan./mar. 2010. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/860558> >. Acesso em: 20 jan. 2020.

MELO, R. A. de C. e (Ed.). **A cultura dos brócolis**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 153 p. (Coleção Plantar, 74). Disponível em:

MELO, R. A. de C. e; VENDRAME, L. P. de C.; MADEIRA, N. R.; BLIND, A. D.; VILELA, N. J. **Caracterização e diagnóstico de cadeia produtiva de brássicas nas principais regiões produtoras brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017. 100 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 157). Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1083914> >. Acesso em: 20 jan. 2020.

MELO, R. A. de C. e; VENDRAME, L. P. C.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; MOITA, A. W. **Desempenho agrônômico e suscetibilidade à podridão negra de cultivares de brócolis do tipo ramoso no Distrito Federal**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2018. 20p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa, 166).

OLIVEIRA, V. R.; LIMA, M. F.; DIAS, R. C. S.; MORAIS, A. A.; MOITA, A. W. **Resistência de cultivares de meloeiro ao amarelo em condições de ocorrência natural da doença**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2019. 28p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa, 181). Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1111384> >. Acesso em: 20 jan. 2020.

DADOS de mercado e consumo - Paixão por brócolis by Sakata, 2017. Disponível em: <<http://paixaoportbrocolis.com.br/dados-de-mercado-e-consumo/>>. Acesso em: 03 jan. 2018.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SCHIAVON JÚNIOR, A. A. **Produtividade e qualidade de brócolos em função da adubação e espaçamento entre plantas**. Jaboticabal: UNESP, 2008. 67p. (Dissertação mestrado)

SEABRA JUNIOR, S.; NEVES, J. F.; DIAS, L. D. E; SILVA, L. B.; NODARI, I. Produção de cultivares de brócolis de inflorescência única em condições de altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 497-503, dez. 2014. DOI: 10.1590/S0102-053620140000400021

TREVISAN, J. N.; MARTINS, G. A. K.; DAL'COL LUCIO, A.; CASTAMAN, C.; MARION, R. R.; TREVISAN, B. G. Rendimento de cultivares de brócolis semeadas em outubro na região centro do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 233-239, 2003. DOI: 10.1590/S0103-84782003000200009

VARGAS, P. F.; CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T. Desempenho de cultivares de brócolos de cabeça única cultivados no verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46., 2006. Goiania. **Resumos...** Goiania: SOB, 2006. (CD-ROM).

WILLIAMS, P. H. Black rot. In: RIMMER, S. R.; SHATTUCK, V. L.; BUCHWALDT, L. (Ed.). **Compendium of brassica diseases**. Minnesota: The American Phytopathological Society, 2007. p. 60-62.

